

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Studium vlivu aplikace nátěru na kvalitu skořepinového sedadla

Study of Influence Application Paint on Quality of Shell Casting

Seating

Student:

Martin Navrátil

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Kratochvíl

Ostrava 2018

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student:

Martin Navrátil

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2303R002 Strojírenská technologie

Téma:

Studium vlivu aplikace nátěru na kvalitu skořepinového sedadla
Study of Influence Application Paint on Quality of Shell Casting Seating

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Provedte rozbor současného stavu povrchové úpravy sedadla.
2. Provedte studium nátěrových systémů vhodných pro aplikaci na povrch sedadla.
3. Provedte výběr vhodného nátěru a navrhnete experimentální zkoušky.
4. Zpracujte výsledky experimentálních zkoušek včetně technické zprávy.

Seznam doporučené odborné literatury:

MOHYLA, M.: *Technologie povrchových úprav kovů*, Učební texty VŠB – TU Ostrava, 2006, 3. vydání, 156 s. ISBN 80-248-1217-7.

ČSN EN ISO 12 944, *Protikoroze ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy*. Český normalizační institut, 1998, 1999, 2008.


BROCK, T., GROTEKLAES, M., MISCHKE, P.: *European Coating Handbook*. Vincentz Verlag, Hannover, Germany, 2000. 410 s. ISBN 3-87870-559-X.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Kratochvíl**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018


Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry

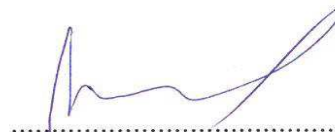



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně přílohy vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 18.5.2018

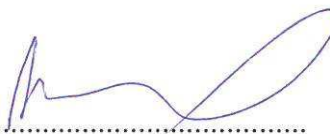
A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'M' followed by a series of loops and a long horizontal stroke, positioned above a dotted line.

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18.5.2018



Martin Navrátil

Martin Navrátil
Jindřichov 72
78823, Jindřichov

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Navrátil M. Studium vlivu aplikace nátěru na kvalitu skořepinového sedadla: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2018, 64s., vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Kratochvíl.

Bakalářská práce se zabývá studiem vlivu aplikace nátěru na kvalitu části skořepinového sedadla – područku. V první části pojednává o plastech, nátěrových systémech vhodných pro aplikaci na povrch područky a o původním nátěru. V druhé části pojednává o experimentálních pracích a novém nátěrovém systému. Část je věnována experimentálním pracím. Odtrhové a mřížkové zkoušky přilnavosti, ořezuvzdornosti a odolnosti proti mechanickým poškozením. Výsledky experimentálních prací jsou zapsány v tabulkách a grafech a následně vyhodnoceny.

Navrátil M. Study of Influence Application Paint on Quality of Shell Casting Seating. Ostrava: Department mechanical technology, Faculty mechanical VŠB - technical university Ostrava, 2018 64p. baccalaureate work, leadership Ing. Jan Kratochvíl.

This bachelor thesis deals with the study of influence application paint on quality of shell casting seating – armrest. The first part deals with the plastics, coating systems suitable for application to the surface of the armrest and original coating. The second part deals with experimental works and a new coating system. One part is devoted to experimental works, tear and grids adhesion testing, abrasion resistance and resistance to mechanical damage . The results of experimental works are recorded in the tables and graphs and subsequently evaluated.

Obsah

1	Rozbor dílu a jeho popis	9
1.1	Sedadlo.....	10
1.2	Materiál korpus sedadla	11
1.3	Materiál loketní opěrky.....	12
1.3.1	Využití PVC	12
1.4	Vyskytující se neshody na loketní opěrci.....	13
2	Seznámení se zadavatelem	14
2.1	Historie společnosti.....	14
2.2	Hlavní činnosti firmy.....	15
3	Povrchové úpravy plastů.....	16
3.1	Plasty.....	16
3.1.1	Rozdělení plastů	17
3.2	Úprava povrchu plastů	17
3.3	Povrch a jeho vlastnosti	18
3.4	Technologie na úpravu povrchu.....	18
3.4.1	Lakování plastů.....	18
3.4.2	Kašírování.....	19
3.4.3	Povlakování	20
3.5	Aplikace nátěrových hmot	20
3.5.1	Aplikace nátěrových hmot vysokotlakou pistolí	21
3.5.2	Nanášení štětcem	22
3.5.3	Bubnování.....	23
3.5.4	Nanášení nátěrové hmoty máčením.....	23
3.6	Vady nátěru	25
3.7	Zkoušky přilnavosti	29
3.7.1	Odrhová zkouška přilnavosti.....	29
3.7.2	Mřížková zkouška přilnavosti	30
4	Současný technologický postup	32
4.1	Středisko lakovna.....	32
4.2	Zapravení mechanického poškození – opotřebení	33
4.3	Nástřík plničem.....	34
4.4	Nástřík vrchní barvou	35
5	Návrh nového postupu	37
5.1	Zapravení mechanického poškození – opotřebení	37
5.2	Celoplošné přebroušení ploch.....	37

5.3	Narušení povrchu ředidlem C 6000	37
5.4	Nástřik jednovrstvým nátěrem PE 81 RAL 9035	37
6	Porovnání původního a nového postupu	38
7	Metodika experimentálních prací	40
7.1	Provedení experimentálních prací.....	41
8	Stanovení přilnavosti mřížkovou zkouškou	41
8.1	Specifikace vzorku.....	41
8.2	Typ použitého řezného nástroje a způsob provedení a ovládání	42
8.3	Výsledky zkoušky	42
9	Stanovení přilnavosti nátěru odtrhovou zkouškou.....	44
9.1	Specifikace vzorku.....	44
9.2	Typ použitého zařízení.....	45
9.3	Výsledky zkoušky	45
10	Odolnost proti nastřelování	47
10.1	Výsledek odolnosti proti nastřelování	48
11	Povrchové napětí INK test	49
11.1	Výsledek povrchového napětí.....	49
12	Nátěrové hmoty – stanovení odolnosti proti kapalinám	49
12.1	Výsledek zkoušky odolnosti vůči kapalinám.....	52
13	Drsnost nátěrů.....	52
13.1	Výsledek drsnosti nátěrů loktní opěrky	53
14	Zkouška otěruvzdornosti loketní opěrky	54
14.1	Výsledek zkoušky otěruvzdornosti	56
15	Další vizuální zobrazení	58
16	Závěr	61
	Seznam použité literatury	62
	Seznam obrázků.....	63

Seznam použitých značek a symbolů

Veličina	Popis
ANSI	americká standardní organizace
ČSN	česká státní norma
DIN	německý ústav pro průmyslov normalizaci
EN	evropská norma
ISO	mezinárodní norma
JIS	japonská průmyslová norma
mN/m	milinewton na metr
Mpa	jednotka tlaku
N	jednotka síly
NH	nátěrová hmota
P	zrnitost
PVC	polyvinylchlorid
PVY	pravidelná vyvazovací oprava
Ra	střední aritmetická úchylka
Rlo	rozvinutá délka profilu
Rq	průměrná kvadratická úchylka profilu
Rsk	šíkmost posuzovaného profilu
Rv	relativní vlhkost
Rz	největší výška profilu
T	teplota
U/min	otáčky za minutu
μm	tloušťka nátěru

1 Rozbor dílu a jeho popis

Téma bakalářské práce je orientováno na povrchové úpravy interiéru kolejových vozidel. Nosný produkt je osobní vůz řady Ae140,142, který je majetkem Národního dopravce České dráhy. Jedná se o osobní vozidla z 90 let minulého století, která prošla modernizací před deseti lety z předešlých řad B a Bh. V roce 2011 tyto vozy získaly klimatizaci, zásuvky nebo například nové čalounění. Další z hlavních modernizovaných částí byl interiér vozu, kdy byly použity plastové a laminátové díly např. obložení stěn nebo sedadla. Nejvíce mechanicky namáhané části vozu vyjma podvozků a vnějšího laku skříně je interiér a to hlavně sedadla a jeho příslušenství. Představme si cestu do zaměstnání a kolik lidí se vystřídá během jízdy rychlíku na trase Praha – Ostrava, tak až neuvěřitelné kolik námahových cyklu musí takové sedadlo vydržet.



Obrázek 1 : Vůz

Jedním se základních kritérií spokojeného zákazníka Českých drah je odnést si co nejlepší pocit z cestování v osobním voze. Proto České dráhy vynakládají mnoha milionové investice do obnovy vozového parku a jeho udržitelného kultivovaného stavu. Z tohoto důvodu využívá jak vlastních tak subdodavatelských oprav kolejových vozidel. Jedním z největších v České republice je společnost Pars nova, a.s. člen skupiny Škoda Transportation. Tyto vozy jezdí v rámci PVY opravy na pravidelnou údržbu. Jeden z bodů PVY opravy je obnova povrchu interiéru vozidla. Při vysokém náběhu kilometrů a počtu pasažérů ve voze, dochází k vysokému opotřebení korpusu sedadla a loketních opěrek. Proto se chci v této práci zaměřit na loketní opěrku a její nátěrový systém. Právě loketní opěrka je během jízdy stále v kontaktu s lidskou rukou. Takže je nejen mechanicky namáhána, když ji člověk stále zvedá, nebo dává dolů, ale také na ni působí povrch rukou. Tím myslím lidský pot, různé prstýnky, náramky, kterými může člověk povrch narušit.

1.1 Sedadlo

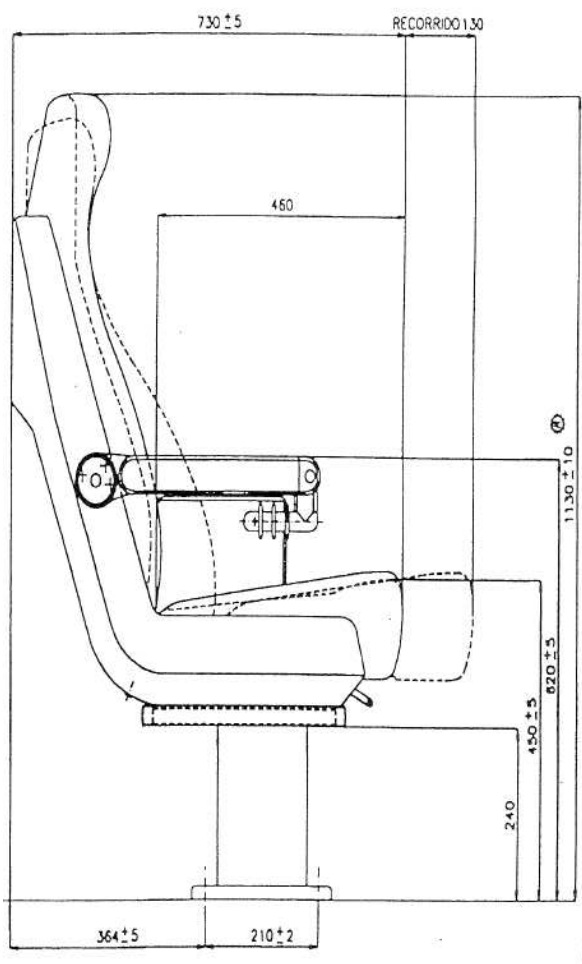
Sedadlo je složeno z několika komponentů z různorodých materiálů, jako jsou pryž, PVC, čalounické výplně a kovové části. Největším stupněm opotřebování je právě loketní opěrka rukou a zadní díl sedadla – korpus.



Obrázek 2: Sedadlo

1.2 Materiál korpusu sedadla

Materiál korpusu sedadla je složen z polyethylenu 500 s molekulovou hmotností 0,5g/mol. Jednou z mnoha vlastností je vysoká houževnatost, schopnost tlumit mechanické rázy a také odolnost proti otěru a oděru. PE 500 je univerzální třídou termoplastů, které se používá v mnoha mechanických, chemických a elektrických aplikacích.[1]



Obrázek 3: Náčrt sedadla

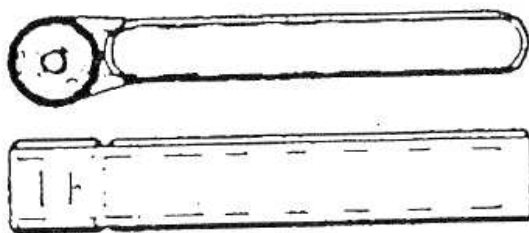
1.3 Materiál loketní opěrky

Na výrobu loketní opěrky se používá PVC. Je to jeden z nejstarších průmyslově vyráběných plastů. Hlavní surovinou je přírodní sůl, ze které se elektrolýzou vyrábí chlor. Další částí je uhlovodík etylenu z ropy, který se ale dá získat i z přírodního etylalkoholu. Procentuální část je 57% chlor a 43% etylen. PVC je vyráběn polymerací vinylchloridu. PVC má velmi dobré mechanické vlastnosti s výbornou chemickou odolností proti kyselinám i zásadám a dalším chemickým činidlům. Také má výborné elektroizolační vlastnosti, je tvářitelný za tepla a svařitelný. Mezi nevýhody se řadí například malá houževnatost.

1.3.1 Využití PVC

PVC má obrovské využití. Nejvíce se používá ve stavebnictví. Například na rámy oken, trubky pro kabely, střešní krytiny. Dále také v automobilovém průmyslu. Tam jej můžeme najít například u vnitřní výplně dveří, odkládacích šuplíků, slunečních clon, podlahových krytin, bočních lišt nebo ochranných částí kolem kol. PVC je využitelné také v lékařství a to pro výrobu obalů pro chirurgii, infuzních vaků, hadiček, rukavic, sklenic a podobně. [2]

PVC má velice dobrou stabilitu vůči povětrnostním vlivům, proto je vhodné pro venkovní využití. Výrobky mohou vydržet přes 100 let a díky vysokému obsahu chloru je u nich znesnadněno vzplanutí. [2]



Obrázek 4: Náčrt loketní opěrky



Obrázek 5: Loketní opěrka

1.4 Vyskytující se neshody na loketní opěrcce

Vizuálně nepřipustnou vadou na loketní opěrcce sedadla je ztráta či poškození povrchové úpravy plastových, či pryžových částí. Nejčastěji dochází k mechanickému opotřebení, díky vysokému výskytu povrchového napětí vznikající mezi lidskou rukou (oděvem) a samotnou loketní opěrkou. Nebo taktéž k chemické reakci lidského potu-vylučování solí k vytváření mapovitých útvarů po povrchu opěrky. Tyto vady se dají opravit a jsou tématem této bakalářské práce.

Dále se také jedná o nevratné poškození vzniklé vandalismem, způsobené cestujícími nebo zavazadlem. Jedná se například o vylomení, poškrábání či jiné plastické deformace.



Obrázek 6.: Neshoda loketní opěrky



Obrázek 7.: Neshoda loketní opěrky

2 Seznámení se zadavatelem

„Pars nova a.s. je tradiční česká firma s významným postavením na domácím trhu v oblasti výroby, modernizací a oprav kolejových vozidel.

Od roku 2008 je Pars nova a.s. součástí skupiny Škoda Transportation, která má v oboru dopravního strojírenství silné postavení na domácím i světovém trhu. Po začlenění do skupiny byly realizovány rozsáhlé investice do rozvoje technologií a výrobního zázemí, což podpořilo celkovou stabilizaci společnosti a vedlo k jejímu růstu. Spojení zázemí silné skupiny a více než 60ti let zkušeností společnosti Pars nova a.s. vytváří důležitý předpoklad pro úspěšné působení na trhu a pro naplňování požadavků klientů.

Pars nova a.s. nabízí svým klientům technicky a ekonomicky zajímavá řešení, která vedou ke zvyšování efektivity, bezpečnosti a komfortu cestování po železnici a městskou hromadnou dopravou“.[3]



Obrázek 8: Logo firmy [11]

2.1 Historie společnosti

„Samotná historie nynější firmy Pars nova a.s. v Šumperku se začala psát po II. světové válce, a to dne 8. 12. 1947, kdy byl položen základní kámen ke stavbě závodu na místě 22 ha pozemků bývalého statku Chiariho. Dne 1. 6. 1952 zde byl zahájen částečný provoz nových ČSD - Dílen. Roku 1960 tvořily šumperský podnik dva závody: Dílna pro opravu vozidel Šumperk a Dílna pro opravu vozidel Česká Třebová. V roce 1973 se změnil název podniku na ŽOS (Železniční opravy a strojírna) Šumperk.

Dílna v Šumperku byla původně určena pouze pro opravu kolejových motorových vozů. Brzy však bylo rozhodnutí přehodnoceno a byla zde vytvořena prototypová opravena, ve které se

opravovaly nejen motorové vozy, ale také lokotraktory všech druhů, elektrické lokomotivy prakticky všech řad a různá speciální vozidla pro údržbu trolejí a mnohá další. Během prvních 15ti let činnosti dílny bylo opraveno téměř 8.000 různých vozidel padesáti rozličných konstrukčních řad a typů.

Roku 1993 se začala psát nová etapa v historii firmy, šumperské železniční opravny a strojírny ČSD byly privatizovány společností Pars DMN s.r.o. Šumperk. V tomto období bylo také vedením rozhodnuto o rozšíření činnosti firmy o opravy dalších řad železničních vozidel a také tramvají.

Od 1. srpna 2000 byla založena akciová společnost s novým názvem Pars nova a.s. V březnu 2008 byla Pars nova a.s. začleněna do skupiny Škoda Transportation“.[3]



Obrázek 9: Firma [12]

2.2 Hlavní činnosti firmy

Mezi hlavní činnosti firmy se řadí především modernizace a rekonstrukce, dále se zabývá hlavními a periodickými opravami, opravami násilných poškození nebo například výrobou kolejových vozidel a konstrukčních celků a také výrobou náhradních dílů železničních a kolejových vozidel tramvají.

Modernizace se týká obzvláště motorových vozů a jednotek, elektrických jednotek a elektrických lokomotiv, a dále také osobních vozů, tramvají, nebo agregátů.[3]

3 Povrchové úpravy plastů

V tomto bodu bakalářské práce se zaměřuji na způsoby úpravy povrchu plastů, technologie a aplikace nátěrových hmot, jejich vad a následných zkoušek.

3.1 Plasty

Plasty jsou makromolekulární látky přírodního, nebo syntetického původu, jejichž molekulová hmotnost sahá do desítek až stovek tisíc. Základní surovinou je ropa, zemní plyn a uhlí. Původně je plast v tuhém stavu, ale při zvyšování teploty se z něj postupně stává tavenina, která je pak tvarována do následného výrobku. Materiál plastu se skládá ze základního polymeru a dalších přídavných látek a to hlavně z tepelných a světelných stabilizátorů, antioxidantů, plniv, barviv, maziv, změkčovadel a dalších látek. Právě tyto směsi tvoří požadované technologické vlastnosti plastů. [4]

Díky soustavnému zlepšování a zdokonalování zaujímají plasty stále větší a významnější místo mezi strojírenskými materiály a to zejména díky nevšedním vlastnostem jakými jsou například odolnost proti korozi a mnohým chemickým účinkům, nízká hustota, velmi dobré elektrické a tepelné izolaci. V porovnání s ostatními nekovovými materiály patří plasty k nejmladším konstrukčním materiálům. Počátky průmyslové výroby plastů spadají do období po roce 1918, ale enormní rozvoj nastává až v padesátých letech. [5]

Stálým výzkumem a vývojem plastů vznikají takzvané speciální plasty. Ve strojírenství je využívána celá řada speciálních plastů, které jsou odolné proti opotřebení, mají antikorozi vlastnosti, nízkou hmotnost a jsou odolné vůči nízké i vysoké teplotě. Mezi tyto speciální plasty patří zejména ty, které mají zvýšenou tepelnou stabilitu T_N 250 – 260 °C. Mezi takové řadíme například polymidy, polyfenylové polysulfony nebo lineární heterocyklické polymery. [5]

3.1.1 Rozdělení plastů

Jak už bylo řečeno, plasty se ve většině případů nezpracovávají samostatně, ale jsou technologicky upravovány pomocí přídavných látek. Plast tedy není pouze makromolekulární látka, ale je to směs, kterou tvoří základní plastický polymer a přídavná látka v podobě aditiva (látky, které zlepšují vlastnosti) jako jsou například antioxidanty, stabilizátory, plniva, maziva a barviva nebo změkčovadla a podobně. [6]

Plasty se dělí dle nejrůznějších hledisek. Plasty se dělí podle:

- chemického složení, to jsou například akryláty nebo aminoplasty
- typu chemické reakce, kterou vznikají molekulární látky jako například polymeráty a polykondenzáty
- výchozích surovin na polosyntetické a plněsyntetické
- chemického složení základního řetězce, zde řadíme třeba karboplasty, karbooxioplasty nebo karbothioplasty
- chování za zvýšené teploty na termoplasty a reaktoplasty [6]

3.2 Úprava povrchu plastů

Před úpravou povrchu je nutné zbavit plast všech nečistot, které by zhoršily kvalitu samotné povrchové úpravy, před nanášením nátěru se povrch plastu musí omýt vhodným čistícím prostředkem a poté zdrsnit brusným papírem. Povrch plastu se dá případně otryskat nekovovým abrazivem, čímž také zbavíme povrch prachu. K čištění plastů se používají pouze nevláknité savé materiály.

Jednou z nejčastěji používaných metod je odmaštění plastu. Odmašťování je časově nejnáročnější, ale taky nejdůležitější operací povrchové předúpravy. Procesy odmašťování dělíme podle použitého prostředku na odmašťování

- v alkalických roztocích
- v organických rozpouštědlech
- elektrolytickým odmašťováním
- v neutrálních roztocích
- emulzním odmašťováním
- vysokotlaké kapalinné odmašťování

3.3 Povrch a jeho vlastnosti

Představíme-li si povrch obecně, je to rozhraní dvou různých prostředí, u jejichž materiálů se musíme zabývat jak strukturou, tak i vlastnostmi povrchů různě připravených. Struktura pak zahrnuje rozměry od atomů až po makroskopický popis. Jestli-že k tomuto zahrneme i hodnocení poruch a interakcí s prostředím a také vliv vnějších sil, je studium povrchu širokou oblastí. K povrchu se dá přistupovat z různých hledisek. Některé vlastnosti těles souvisí hlavně s povrchem, vezmeme-li například drsnost povrchu, ta ovlivňuje další fyzikální vlastnosti, například odraz světla, opotřebení a podobné. Ve většině případů je skutečný povrch pouze prostředníkem mezi působením vnějších podmínek, a proto je nutné zabývat se také vlastnostmi a změnami materiálu pod povrchem. [7]

Povrch ohraničuje všechny kovové i nekovové předměty a je v kontaktu s okolním prostředím. Zde dochází k vzájemnému styku nekovových, kovových i plynných fází. Povrchová vrstva se vytváří na kovu i nekovu. Skutečný povrch pak omezuje těleso a odděluje jej od okolního prostředí. [7]

3.4 Technologie na úpravu povrchu

Jako povrchové úpravy nazýváme technologie, které určitým způsobem upravují a ovlivňují povrch výrobku. Do povrchových úprav řadíme například lakování, kaširování, potiskování, leštění, desénování nebo povlakování. [8]

3.4.1 Lakování plastů

Při lakování plastů se vytváří tenký organický povlak na povrchu plastových dílů. Po zaschnutí vytváří nanesená hmota pevnou povrchovou vrstvu, říká se jí film. Zasychání probíhá dvěma způsoby, buď fyzikální cestou, což je odpaření rozpouštědla, nebo chemicky, zde to může být například polymerace. Dá se také využít kombinace obou způsobů. Ucelený povrch pak nazýváme jako nátěr.

Nátěr má za úkol plnit dvě funkce, a to funkci ochrannou a funkci estetickou. Která funkce bude převládat, záleží na podmínkách použitelnosti.

Barva je důležitá z hlediska estetického, stejně jako lesk a kryvost nátěru. Z hlediska povrchové ochrany je pak význam zejména v životnosti nátěru, ta záleží na úpravě povrchu, na druhu lakovaného materiálu a také na nátěrové hmotě.

Postup lakování je následující: nejdříve musí být výrobek odmaštěn a následně opláchnut, zde používáme dermalizovanou vodu. Poté se odstraní zbytková voda. Následuje sušení, ochlazení a ožeh povrchu dílu, čímž se docílí zvýšeného povrchového napětí a drsnosti povrchu. Když je povrch takto upraven nástřikem se aplikuje nátěrová hmota obvykle ve dvou vrstvách. Po vysušení je její tloušťka okolo 20mm. Po vytěkání látek následuje mezisušení, které probíhá při teplotě cca 80°C a nástřik vrstev bezbarvého laku při teplotě, která je nižší než 35°C. Celková tloušťka se pak pohybuje mezi 30 až 40 mm. Po časovém vytěkání pak následuje sušení a ochlazení.

Na lakování polymerů se v současné době používají vodové látky. Tyto látky vznikly dlouhodobým snažením o snížení těkavého podílu. Skládají se ze stejných složek jako laky na bázi rozpouštědel, ale ta jsou nahrazena vodou, která tvoří 65% a proto je k odpaření vody potřeba vyšších teplot. Při používání rozpouštědlových laků docházelo až k 50% odpaření rozpouštědla, při používání vodové látky dochází pouze k 25% ztrátám obsahu vody. Je zapotřebí dodatečné energie, aby bylo docíleno odpaření vody z naneseného filmu. Dodatečná energie je zde ve formě ohřívání a odvětrávacích zón. Jak bylo popsáno výše, před samotným lakováním je nutné provést úpravy povrchu, až po té se aplikuje základový lak a následuje sušení a je nastříkána vrstva barevného laku. Poté opět následují tepelné procesy.[8]

3.4.2 Kašírování

Kašírování je způsob povrchové úpravy, při kterém se na plastový podkladový materiál nanáší rovněž plastická látka. Jeho principem je nanášení velmi tenké vrstvy (setiny mm) adheziva na podkladový materiál (nosič) a poté nalepení folie jiného druhu materiálu, než je ten podkladový. Kašírováním se vrství syntetické polymerní materiály, které mají podobu termoplastických folií, celofánu. Jako nosič může být použit ale také materiál typu tradičního, jako například textil, papír, skleněná textilie, nebo tkanivo uhlíkové. Pro kašírovací účely se používají lepidla, která jsou na bázi kaučukových latexů, polyvinylchloridů, polyuretanů, polyvinylacelátu a jim podobných. Při přípravě nešustivých celofánových folií zdvojeného nebo vícevrstvého typu se využívá voskové kašírování. Zde se používají tavné lepidla, která mají nízkou teplotu tání, parafínové vosky a také polymery

s nižším polymeračním stupněm, jako například kopolymer Elvax, kopolymer ethylenu s vinylacelátem. [5]



Obrázek 10: Kaširování [13]

3.4.3 Povlakování

Na kovových i nekovových materiálech se vytváří povlaky. Mají dvě funkce, ochrannou a dekorační. Je zde využíváno více technologických postupů, jedním z nich je laminování, zde se podobně jako u kaširování využívá vrstvení materiálu. Na podkladový materiál se zde laminují nejčastěji plastové folie. Dalším způsobem je plátování kdy se folie z plastů lepením spojují s kovovými plechy. Dále se povlaky vytváří ponořením povlakového tělesa do taveniny plastu. Jednou z možností je také způsob, kdy se práškové plasty žárově stříkají, nebo se ohřátý kovový díl zasype vrstvou prášku, který se na povrchu roztaví a tím vytvoří ochrannou vrstvu. [8]

3.5 Aplikace nátěrových hmot

Aplikací nátěrových hmot se dá rozumět jako činnosti, kdy se na povrch nanáší spojitá vrstva nátěrové hmoty tzv. film. V současnosti vyráběné nátěrové hmoty mohou být nanášeny různými způsoby. [9]

Patří mezi ně například:

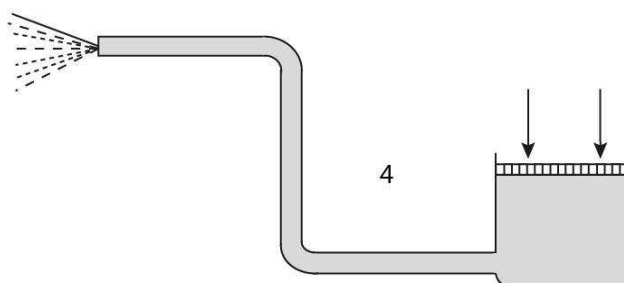
- Natírání (nejstarší a stále nejrozšířenější způsob)
- Máčení
- Polévání
- Bubnování
- Navalování
- Stříkání

A další. [9]

3.5.1 Aplikace nátěrových hmot vysokotlakou pistolí

První popsanou aplikací je nástřik automatickou vysokotlakou pistolí. Tato pistole se používá k povrchové úpravě výrobků. Za pomoci vysokotlakého stříkání se používají jak běžné NH tak i ty vodou ředitelné. Princip spočívá v rozprašování stříkaného materiálu pod vysokým tlakem. Pistole je ovládána dálkově a to za pomoci tlakového vzduchu, ovládaného třícestným elektromagnetickým ventilem. Pistole je součástí automatických výrobních linek a umožňuje přerušení stříku v souladu s tvarem postříkovaného předmětu a s cyklem linky. Právě díky kombinaci speciální vysokotlaké trysky a vysokého tlaku NH se docílí stejnoměrně vrstvené NH a aniž by ulétalo velké množství drobných kapiček do okolí. Zvolit vhodnou trysku pro danou aplikaci je možné až po provedení různých zkoušek a také po konzultaci s výrobcem.

Mezi výhody patří velký výkon, univerzální využití v kusové i sériové výrobě, úspora času a přiměřené ztráty NH. Mezi nevýhody pak řadíme vyšší spotřebu ředidel k úpravě NH a kvůli výparům ředidel také zhoršené pracovní prostředí. [10]



Obrázek 11: Schéma bezvzduchového stříkání - vysokotlaký systém [14]



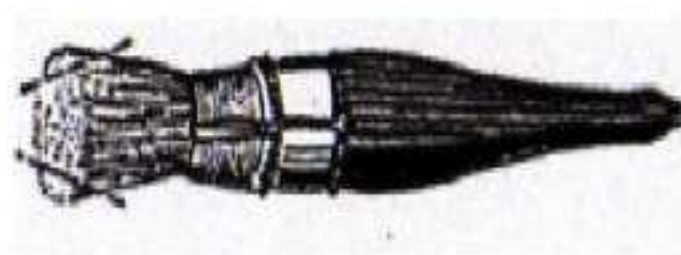
Obrázek 12: Vysokotlaká pistole [15]

3.5.2 Nanášení štětcem

Druhým popsaným způsobem je nanášení nátěrové hmoty pomocí štětce. Jedná se o jeden z nejstarších ale stále nejrozsáhlejších způsobů nanášení nátěrových hmot. Původně byl štětec pouze chomáč zvířecích chlupů. Který byl svázaný, nebo slepený voskem či pryskyřicí. Později byl chomáč připevněný k dřevěnému držadlu, což usnadnilo manipulaci se štětcem. V současné době je na trhu obrovské množství nejrozličnějších typů štětců, což dává řemeslníkům značný výběr. Štětce, které jsou určeny k natírání, se dnes vyrábí převážně z prasečích štětin a to z hřbetní části kůže. K vepřovým štětinám se ve většině případů přidávají syntetická vlákna. Rozdělujeme štětce ploché, pěstní a zároháky.

Nanášení nátěrových hmot štětcem se využívá převážně u členitých nebo zabudovaných konstrukcí ve stavebnictví, dále při nátěru nábytku a obnovování nátěru. Dále také při základování, přičemž se nátěrová hmota dobře vetře do podkladu a tím se zvýší jeho přilnavost.

Mezi výhody použití štětců patří minimální ztráta NH, malá spotřeba ředidel, nízké pořizovací náklady, nebo také větší přilnavost k podkladu. Naopak nevýhodou je malá výkonnost a vyšší nároky na zručnost pracovníka. [9]



Obrázek 13: Podvázaný pěstní štětec [16]

3.5.3 Bubnování

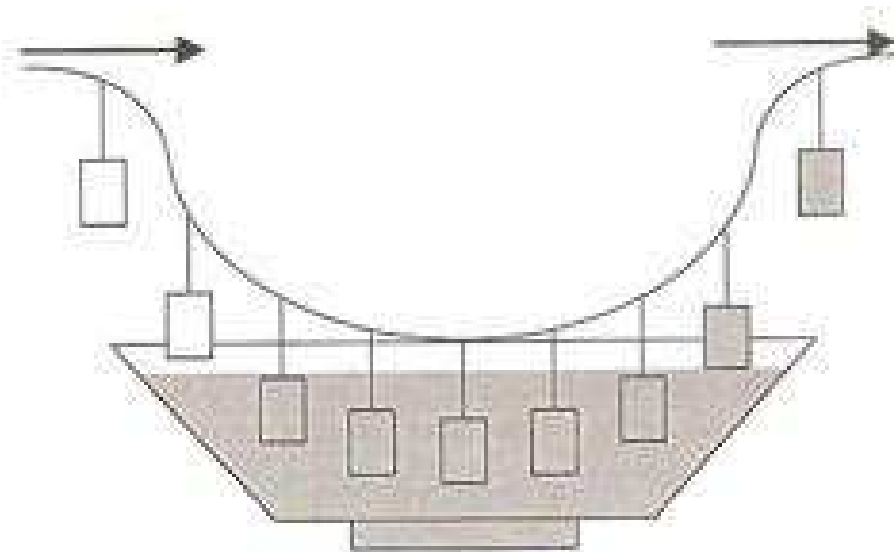
Jedná se o průmyslovou techniku nanášení nátěrových hmot, která se používá při úpravě povrchu velkého množství drobných materiálů, kterými jsou například šrouby, knoflíky, nebo sponky. Při této technice se předměty obalí v barvě a za chodu zařízení se odpařuje většina rozpouštědel z barvy. Nátěr se případně vysouší přímo v bubnu.

Postup bubnování je následující, první se buben naplní odváženým množstvím drobných předmětů a poté se do bubnu nalije odměřené množství nátěrové hmoty. Následně buben rotuje až do slabé lepivosti nátěru na předmětech, poté se buben vyprázdní a předměty se rozloží na síto, na kterém dochází k zasychání a vypalování nátěru. Výhodou této techniky je vysoká produktivita práce, úspora NH a nižší pracnost. Nevýhodou pak je, že musíme dbát na velikost a omezené tvary předmětů. [9]

3.5.4 Nanášení nátěrové hmoty máčením

Tato technika se používá pro základní a podkladové nátěry například u radiátorů, mříží, okenních křídel, rámců, zárubní, a dalších dílů se špatně přístupnými prostory. Používají se máčecí vany, ve kterých jsou zabudována čerpadla, která zajišťují promíchávání lázně a zároveň zamezují sedimentaci nátěrové hmoty. Vany se dají doplnit odkapávacími zónami, vytékacími tunely, sušičkami a dopravními linkami.

V procesu máčení je možné nastavit automatický cyklus míchání a individuálně pak nastavit dobu technologické prodlevy a dobu míchání. Předmět, který je určený k nátěru, se první ponoří do NH, následně se nechá přebytečná barva okapat a nátěr se nechá uschnout, nebo se případně vypálí. Zde je výhodou velká produktivita práce a jednoduchý princip, na druhé straně nevýhodou je, že předměty musí být absolutně čisté a může zde docházet k usazování pigmentu. [9]



Obrázek 14: Princip nanášení NH máčením [17]

3.6 Vady nátěru

Vady nátěru jsou většinou způsobeny špatným technologickým postupem. Pokud aplikujeme NH mimo lakovací boxy, můžeme brát v potaz ještě špatné vlivy počasí. Způsobují velkou časovou a finanční ztrátu. Mezi vady nátěru patří například:

- Odlupování nátěru. Zde dochází k samovolnému odlupování vrstev nátěru a to v důsledku ztráty přilnavosti nátěru, buď ke spodním vrstvám nátěrového systému, nebo k podkladovému materiálu
- Stékání nátěru po povrchu dolů, které je způsobeno velkou řadou příčin. Například přeředěním barvy, nanesením silné vrstvy nátěru za vysoké vlhkosti nebo chladu, kdy nátěr nestihne zaschnout.



Obrázek 15: Stékání

- Puchýřky. Ty se projevují jako místní vzduť nátěru buď mezi vrstvami NH a nebo mezi nátěrem a podkladem. Jsou dva typy puchýřků a to duté, které jsou naplněné pouze plynem, nebo plné, ve kterých se vyskytuje kapalina, soli, nebo korozní produkty. Nejdříve se objeví malé krupičkové výčnělky, které se následně zvětšují a vznikají puchýřky. Puchýřky mohou působením tepla a snížením vlhkosti splasknout, nebo prasknout.



Obrázek 16: Puchýřky

- Smytí nátěrů je vada, ke které dochází mytím a čištěním. Projevuje se ztrátou lesku, změnou barevného podkladu nebo úplným prosvítáním až na spodní vrstvu.
- Trhlinky vznikají postupným rozrušováním nátěru a narušují ho do menší či větší hloubky, v některých případech až k podkladu.



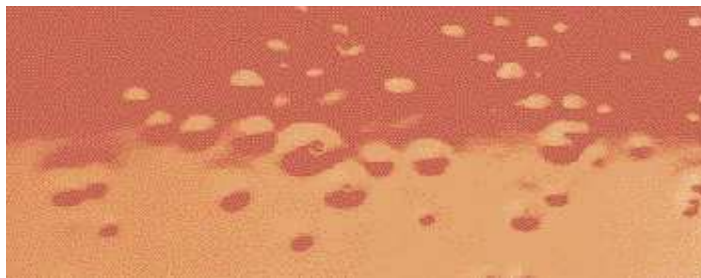
Obrázek 17: Trhlinky

- Zašpinění nátěru, na nátěru se vyskytují nečistoty, které se nedají odstranit, aniž by došlo k výraznému narušení nátěru.



Obrázek 18: Nečistoty, zašpinění

- Zvětrání nátěru, v důsledku působení atmosférických vlivů nátěr ztrácí na lesku a mění se jeho odstín.
- Krátery, jsou prohlubně se zvednutými okraji, jejichž příčinou je špatné očištění podkladu, nebo kontaminace vodou či olejem.



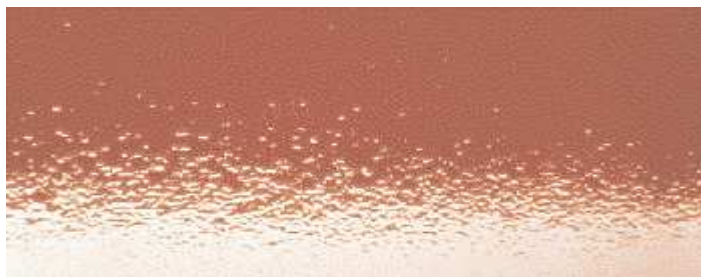
Obrázek 19: Krátery

- Skvrny od vody jsou kruhové stopy na povrchu laku. Kapičky vody zůstanou na nedostatečně zaschlém povrchu, jedná se především o problém vodorovných povrchů.



Obrázek 20: Skvrny do vody

- Pomerančová slupka, lak je nerovnoměrný, a jeho tvar připomíná pomerančovou kůru. Příčinou může být příliš velká viskozita laku, použití rychlých, vysoce těkavých ředidel, nebo třeba příliš vysoká teplota ve stříkací kabině.



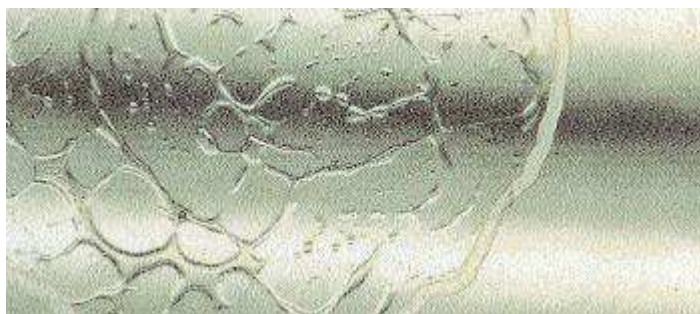
Obrázek 21: Pomerančová slupka

- Popraskání, jedná se o nepravidelné praskliny hvězdicového tvaru různé délky a hloubky. Na některých místech se vyskytují jemné i hrubé pukliny. K popraskání dochází při nedostatečném použití tužidla s vrchním lakem, nebo při příliš silné vrstvě na povrchu.



Obrázek 22: Popraskání

- Skvrny způsobené olejem zde jde o odbarvení vrchní vrstvy laku, buď v podobě stříkanců, nebo stop polití. Pod vlivem tepla mohou barviva obsažená v převodovém oleji vést k odbarvení nebo poškození vrstvy laku.



Obrázek 23: Skvrny způsobené olejem

- Mechanické poškození laku, zde řadíme škrábance, úhozy nebo podobná mechanická poškození laku. K těm dochází při neopatrné manipulaci ve výrobě v blízkosti vozidla.



Obrázek 24: Mechanické poškození laku

3.7 Zkoušky přilnavosti

Pro zjištění skutečného parametru přilnavosti mezi vrstvami nátěrových hmot a mezi povlakem a povrchem je nutné udělat zkoušky přilnavosti povlaků jak z anorganických tak i z nátěrových hmot. Jak tahové tak i tahově adhezní zkoušky, při kterých se používá odtrhový přístroj jsou nenahraditelným nástrojem pro prokázání a kontrolování kvality jak povrchů, tak i povrchových úprav v různých průmyslových oblastech.

U všech povrchových úprav je kritickým parametrem kontaktní spára, nebo případně více kontaktních spár, když se jedná o vícevrstvé systémy. Tato spára je odpovědná za účinnost spojení mezi povrchovou vrstvou a podkladem, stejně jako odpovídá za účinnost mezi spojením jednotlivých vrstev úprav vzájemně. Jak úspěšné bude nanesení povrchové vrstvy, často závisí na předchozí úpravě podkladu.

3.7.1 Odtrhová zkouška přilnavosti

Postup provedení odtrhové zkoušky na jednovrstvém nebo vícevrstvě nátěrovém systému, který je připraven z nátěrových hmot nebo z produktů podobných, stanoví norma ČSN EN 24624. Výsledkem této zkoušky je minimální tahové napětí, to se musí vynaložit k roztržení nejslabší složky (kohezní lom) nebo nejslabší mezifáze (adhezní lom) zkušebního uspořádání.

Postup odtrhové zkoušky:

1. První jemně obrousíme váleček i nátěr smirkovým papírem
2. Poté namícháme dvousložkový poměr 1:1
3. Následně nanese lepidlo na funkční plochu válečku a přilepíme k nátěru.
4. Následuje 24 hodinové vytvrzení.
5. Poté prořízneme nátěr řezným strojem až na podklad kolem válečku.
6. Na váleček umístíme vnější prstenec, který následně nasuneme na trhací přístroj.
7. Provedeme odtrhovou zkoušku.
8. Odečteme hodnoty odtrhové pevnosti (napětí v tahu v MPa).
9. Nakonec posoudíme lomové plochy

Nástroje a pomůcky k odtrhové zkoušce:

- zkušební váleček
- lepidlo – dvousložkové lepidlo
- odtrhoměr – (měřicí rozsah 0 – 22 MPa).
- nástroj k řezání (slouží k obřezání zkušebního válečku až na základní materiál)

Charakteristika lomu

Výsledek je uveden v procentech podílu plochy zkušebního válečku, která připadá na charakteristickou polohu lomu ve zkoušeném systému, jedná se o adhezní, kohezní a také adhezně-kohezní lom.

A	Kohezní lom v podkladu.
A/B	Adhezní lom mezi podkladem a prvním nátěrem.
B	Kohezní lom prvního nátěru.
B/C	Adhezní lom mezi prvním a druhým nátěrem.
C	Kohezní lom druhého nátěru.
-/Y	Adhezní lom mezi posledním nátěrem a lepidlem.
Y	Kohezní lom v lepidle.
Y/Z	Adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním válečkem.

Tabulka 1 : Posouzení lomové plochy

[ČSN ISO 4624: 1978]

3.7.2 Mřížková zkouška přilnavosti

Zkušební metodu, která určuje odolnost nátěru k oddělení podkladu, když je nátěr porušen mřížkovým řezem, až k podkladu specifikuje norma ČSN ISO 2409. Výsledek neudává konkrétní číselnou hodnotu viz. tabulka č.2, pouze klasifikujeme množství nátěru, zanechaném na pásce.

Postup zkoušky:

1. Na rovné a neohebné podložce provedeme dva kolmé řezy do nátěru až k podkladu, které vedou minimálně 5 mm od hran.
2. Měkkým štětcem lehce projedeme podél obou úhlopříček mřížky.
3. Nalepíme samolepící pásku do středu mřížky rovnoběžně s jedním svazkem řezů.
4. Konečky prstů utěsníme pásku na mřížku.
5. Pásku stáhneme pod úhlem přibližně 60° v rozmezí jedné sekundy.
6. Bezprostředně po stažení pásky zhodnotíme výsledky.

Prostředky a pomůcky k mřížkové zkoušce:

- Řezný břit s rukojetí
- Adhezní páska, ISO 2409
- Lupa
- Štětceček (kartáček)

Klasifikace	Popis
0	Řezy jsou zcela hladké, žádný čtverec není poškozen.
1	Nepatrné poškození v místech, kde se řezy kříží. Poškozená plocha nesmí přesahovat 5 %.
2	Nátěr je nepatrně poškozen podél řezů a při jejich křížení. Povrch mřížky smí být poškozen o více než 5% a méně než 15% celkové plochy.
3	Nátěr je částečně poškozen v rozích řezů, podél řezných hran částečně, nebo celý, na různých místech mřížky. Poškození mřížky je větší než 15%, ale menší než 35%.
4	Na nátěru jsou velké změny v rozích řezů a některé čtverečky jsou částečně nebo zcela poškozeny. Plocha mřížky je poškozena z více jak 35%, ale méně než z 65%.
5	Změny, které jsou větší než u stupně 4.

Tabulka 2 : Klasifikace zkušebních výsledků mřížkové zkoušky

[ČSN ISO 2409]

4 Současný technologický postup

Samotný díl než se dostane do střediska lakovny, které je jedno ze sedmi výrobních středisek společnosti Pars nova, a.s. je nutno z vozu demontovat. Demontáž provádějí zámečníci na výrobní lince za pomoci ručního nářadí (nástrčný imbusový klíč a ploché klíče). Po demontáži jsou díly transportovány v drátěných paletových boxech na operaci čištění – odmaštění, které probíhá na průběžném odmašťovacím stroji (hydromat). Područky, které jsou uloženy v drátěných boxech, putují po pásu, na kterém jsou pod tlakem odmašťovadla odmaštěny. Po této operaci jsou převezeny na středisko „lakovna“ kde jsou v boxu při zvýšené teplotě dosušeny.



Obrázek 25: Hydromat

4.1 Středisko lakovna

Středisko lakovna je od vzniku společnosti nedílnou součástí výrobního úseku. Je řízena vedoucím střediska, který má pod sebou cca 20 zaměstnanců. Výroba je řízena projektově na termín, kde se o provoz stará 1 směnový mistr. Materiál zajišťuje výrobní dispečer společně se správcem skladů. Sklady dodržují metodu FIFO (první dovnitř, první ven), aby nedocházelo k expiraci nátěrových hmot. Nad vším dohlíží technolog a kvalitář povrchových úprav.

Lakovna je rozměrově stavěná pro kolejová vozidla o max. délce 29 metrů. To znamená, že pokud do firmy přijede více vozová souprava, je ji nejprve nutno rozpojit a do lakovacích boxů vjíždí po jednotlivých částech. Lakovací boxy jsou vybaveny obslužnými lávkami, které dokáží vykrýt celou výšku a délku kolejového vozu.

4.2 Zapravení mechanického poškození – opotřebení

Na lakovně jsou tři základní technologické uzly s různým požadavkem na prostředí. První část se jmenuje tzv. přípravné boxy. Jsou celkem tři a to číslo 1, 2 a 8. Přičemž číslo 8 je malý box o rozměrech 4 x 5 metrů a je primárně využíván pro přípravu drobných dílů. Je vněm zabudováno integrální odsávání v podlaze a přípojky k odsávacím hadicím k ručnímu nářadí. (excentrická bruska).

Odmaštěné díly jsou vytmeleny dvousložkovým tmelem. Jedná se o tmel s vysokým obsahem skelného vlákna (3 mm), umožňující vytvořit velmi pevnou, skelnými vlákny svázanou vrstvu tmelu, kterou lze podle potřeby brousit. Je určený pro běžný podklad včetně litiny, hliníku, zinku a sklolaminátu. Je vhodný zvláště pro překlenutí chybějících částí materiálu, lze jej nanášet v silné vrstvě.



Obrázek 26: Tmel [18]

Po zatvrdnutí tmelu následuje operace plošného broušení. Jedná se o operaci, která udává budoucí vzhled celého dílu. Musí se dbát zvýšené opatrnosti a dělník musí disponovat určitým stupněm dovednosti. Na broušení dílu se používají excentrické brusky s vyměnitelnou hlavou s brusným papírem o zrnitosti P 180 až P 220 a také s vlastním odsáváním přebytečného materiálu přes vlastní filtry.



Obrázek 27: Excentrická bruska [19]



Obrázek 28: Područka po přebroušení

4.3 Nástřik plničem

Nástřik plničem je operace, kde dochází k technologii mokrého stříkání plniče na obroušený díl. Tato operace se provádí pneumatickou vzduchovou stříkací pistolí v boxu č. 3, který je předurčen pro „špinavé stříkání“ základových barev a plničů. Box má stropní centrální odsávání se spodním kanálem po celé délce boxu. Stěny boxu jsou ošetřeny krycími foliemi.



Obrázek 29: Vzduchová pistole

Díly jsou vyskládány na technologické lavice „kozy“ kde proběhne nástřik plniče PG 70. Jedná se o dvousložkovou polyuretanovou podkladovou barvu s pískovým odstínem. Obsah rozpouštědel má kolem 30%. Po zaschnutí jsou díly otočeny o 180 stupňů a následně dostříkány. Podle potřeby může být plnič přebroušen a následně je přetřen ředidlem C 6000.



Obrázek 30: Před nástřikem dílů plničem

4.4 Nástřik vrchní barvou

Nástřik vrchní barvy je taktéž stříkán metodou mokrého lakování na díl, jenž je opatřen vrstvou plniče. Při původním postupu je použit lak PD-13 s odstínem RAL 7035 lesklá podle vzorkovníku. Jedná se o dvousložkovou polyuretanovou vrchní barvu s velmi dobrou protikorozi ochranou. Tuto operaci provádí pracovník také vysokotlakou pistolí. Protože je to vrchní lak, v předchozí operaci byla použita základní barva.



Obrázek 31: Odstín lok. opěrky dle ralkovníku

Díly jsou lakovány v boxu č. 4. Ten je určen pro aplikaci vrchních laků na hotovo. Je zde kladen velký důraz na čistotu, hlavně bezprašnost oproti boxu č. 3. Box je vybaven stropním odsáváním napojeným do centrální spalovny. Stěny jsou taktéž opatřeny ochrannými foliemi a velký důraz je kladen na intenzitu světla v samotném boxu. Proto jsou po stěnách v několika řadách světelné panely s vysokou svítivostí.

Během tohoto technologického procesu může dojít při nedodržení vhodné vzdálenosti, konzistence, tlaku vzduchu ve stříkací pistole k povrchovým vadám jako jsou bubliny, pomeranč a také třeba stékance. Nalakované díly zůstávají v lakovacím boxu po dobu 6 hodin, kde je řízeným centrálním systémem vzduchotechniky zvýšená teplota prostředí na 45°C. Po vytvrdnutí jsou díly uloženy zpět do přepravních boxů a odeslány na sklad výrobní linky. Odtud jsou odeslány na dané vozy, ze kterých byly na začátku odmontovány.



Obrázek 32: Loketní opěrka po nástřiku



Obrázek 33: Loketní opěrka po nástřiku

5 Návrh nového postupu

Cílem nového návrhu je pokud možno urychlit a zjednodušit celý postup nástřiku područky tak, aby neovlivnil kvalitu výrobku. Dále najít nátěrovou hmotu, která bude odolnější proti mechanickým i jiným poškozením. Zároveň, ale aby byla cenou srovnatelná. Proto volím nátěr PE 81, který má v sobě základní barvu a vrchní lak. Tudíž se celý proces zrychlí, protože se vynechá proces nástřiku plničem.

5.1 Zapravení mechanického poškození – opotřebení

Stejně jako při původním postupu jsou umyté a odmaštěné díly prohlédnuty a pokud jsou mechanicky poškozeny, pracovník lakovny tato poškození zatmelí. Stejně jako v předchozím postupu je použit tmel Polykar Glas.

5.2 Celoplošné přebroušení ploch

Po tmelení opět následuje přebroušení ploch brusným kotoučem P180 – P 220 excentrickou bruskou. Nejen z důvodu nerovností po tmelení, ale hlavně z důvodu zdrsnění povrchu, aby na něj nátěr dobře přilnul. Do této chvíle je postup stejný.

5.3 Narušení povrchu ředidlem C 6000

V téhle chvíli se vytmelená a přebroušená područka pomocí čisté hadry přetře ředidlem C 6000. Jedná se o směs organických rozpouštědel (toluen, butylacetát, metylacetát, aceton, butan-1-ol). Použije se k narušení základního materiálu a následnému lepšímu přilnutí nátěru.

5.4 Nástřik jednovrstvým nátěrem PE 81 RAL 9035

Po narušení povrchu ředidlem použiji jinou nátěrovou hmotu. Zatím co v původním postupu je použit vrchní lak PD 13. V novém postupu se volí jednovrstvý lak PE 81. Jelikož PD 13 je pouze vrchní lak, potřeboval podklad (plnič). PE 81 je rychleschnoucí základní a vrchní dvousložková barva, tudíž nepotřebuje podklad, tím ušetříme množství času a materiálu. Má výbornou stálobarevnost, přilnavost, mechanickou a chemickou odolnost

Nástřik opět provádí kvalifikovaný pracovník pneumatickou vzduchovou pistolí. Nátěr mícháme s tužidlem PH 80-1000/0 v poměru 7:1.

6 Porovnání původního a nového postupu

V tabulce č. 3 jsou záznamy o materiálu, který se používá u původního postupu. Doba nástřiku sady područek na jeden vůz je u původního postupu 20 hodin.

Materiál	Prod. množství	Jednotka	Částka/Kč
LANKWITZER PG 70-1002/0 – plnič	4	kg	360,8
LANKWITZER PH 26-0000	0,8	kg	128,92
LANKWITZER PH 33-0000 – tužidlo	1,34	kg	329,44
LANKWITZER VP 30-2438 - ředidlo normální	3	kg	186,48
C 6000 – ředidlo /sud 170kg-200l/	3	l	49,64
LANKWITZER PD 13 RAL 7042	4	kg	326,5

Tabulka č. 3 : Původní postup

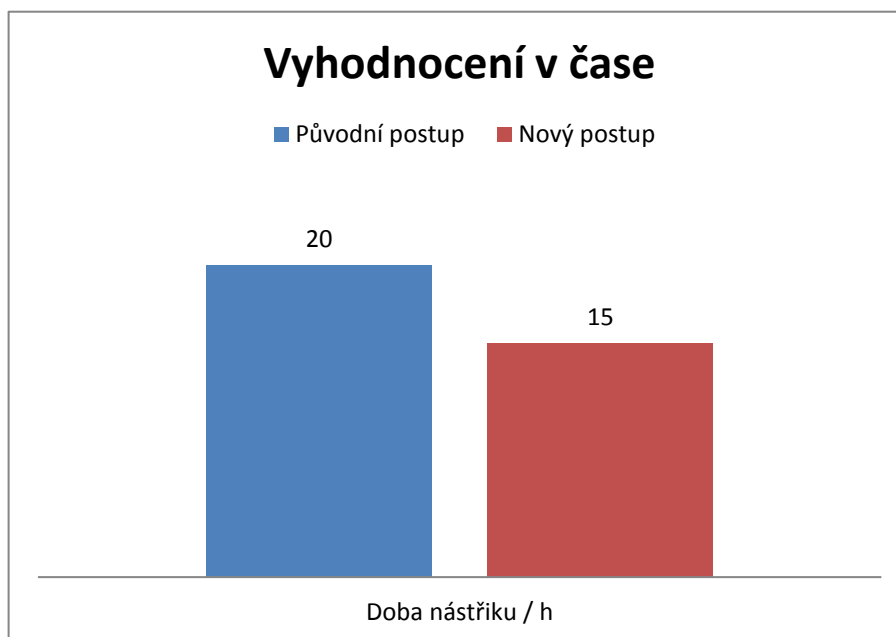
Cena celkem: 1381,78 Kč

V tabulce č. 4 jsou záznamy o materiálu, který se používá u nového postupu. Doba nástřiku sady područek na jeden vůz je u starého postupu 15 hodin.

Materiál	Prod. množství	Jednotka	Částka/Kč
LANKWITZER PE 81-7042	4	kg	157
LANKWITZER PH 80-1000 tužidlo	0,4	kg	377,4
LANKWITZER VP 30-2438 - ředidlo normální	1,5	kg	186,48
C 6000 – ředidlo /sud 170kg-200l/	3	l	99,27

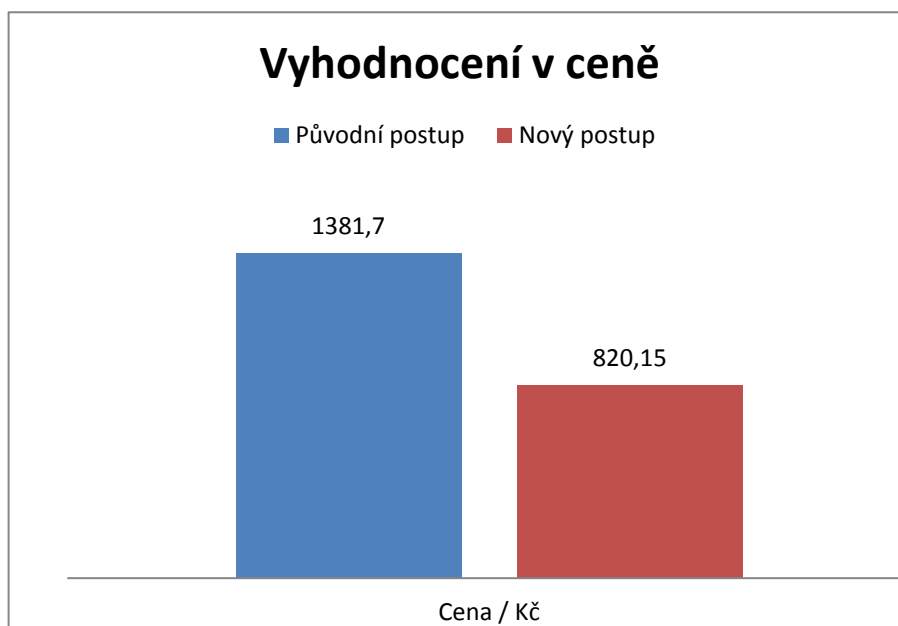
Tabulka č. 4 : Nový postup

Cena celkem: 820,15 Kč



Graf č. 1 : Původní postup

Z grafu č. 1 je patrné že, doba nástřiku u nového postupu je znatelně kratší, takže co se týče úspory času, nový postup splňuje svůj účel.



Graf č. 2 : Nový postup

Graf č. 2 znázorňuje cenový rozdíl mezi jednotlivými postupy. Nový postup vychází o 561,55 Kč levněji, než postup původní a to hlavně díky úspoře materiálu, jak lze srovnat v tabulkách č. 3 a 4.

7 Metodika experimentálních prací

1. Příprava a značení vzorku
2. Zkouška přilnavosti nátěru mřížkovou metodou
3. Zkouška přilnavosti nátěru odtrhem
4. Vyhodnocení zkoušek přilnavostí
5. Odolnost nátěru proti nastřelování
6. Zkouška povrchového napětí
7. Odolnost proti kapalinám
8. Drsnost nátěrů
9. Zkouška otěruvzdornosti
10. Další vizuální zobrazení

7.1 Provedení experimentálních prací

Jako jeden vzorek pro mou bakalářskou práci jsem použil vyřazenou plastovou područku. Na polovinu plochy jsem zvolil původní postup a na polovinu nový. Ke zkouškám přilnavosti byly použity vzorky o rozměrech 140x450mm.



Obrázek 34: Područka použita při zkouškách

8 Stanovení přilnavosti mřížkovou zkouškou

Mřížková zkouška je provedena dle ZP-3-10/2010 (ČSN EN ISO 2409)

8.1 Specifikace vzorku

Počet zkoušených vzorků reprezentujících každý materiál je 1. Před zahájením zkoušky byly zkušební vzorky ponechány 24h při teplotě 23°C.

8.2 Typ použitého řezného nástroje a způsob provedení a ovládání

Při zkoušce byl použit TQC Cross Cut Adhesion Test, PM 5.

Jednalo se o ruční řezání nátěru srozesťupy mezi břity.

- 2 mm pro vzorky se suchou tloušťkou 0-120 μ m na měkkém podkladu
- 1 mm pro vzorky se suchou tloušťkou do 60 μ m (zkoušeno nad rámeček normy)

Na odstranění uvolněného nátěru byl použit štětec (kartáček).

8.3 Výsledky zkoušky

Dle kapitoly ČSN EN ISO 2409 jsou výsledky mřížkové zkoušky shrnuty v tabulce č. 5

Označení ISO: 0

Hrany řezů jsou zcela hladké; žádný čtverec mřížky není poškozen.



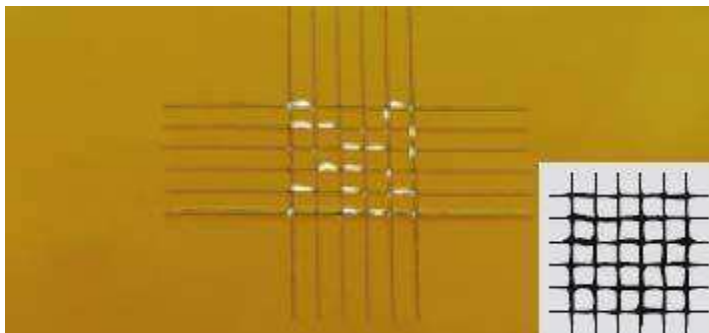
Označení ISO: 1

Malé kousky povlaku odloupnuty v místech křížení řezů. Poškozená plocha je menší než 5%.

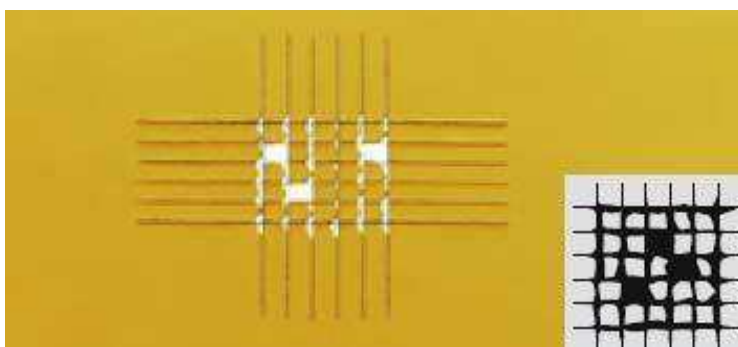


Označení ISO: 2

Povlak se odlupuje podél řezů a v místech křížení řezů.
Poškozená plocha je větší než 5%, ale menší než 15%.

**Označení ISO: 3**

Povlak se odlupuje podél řezu ve velkých pásech
částečně, nebo zcela, a odlupuje se částečně nebo



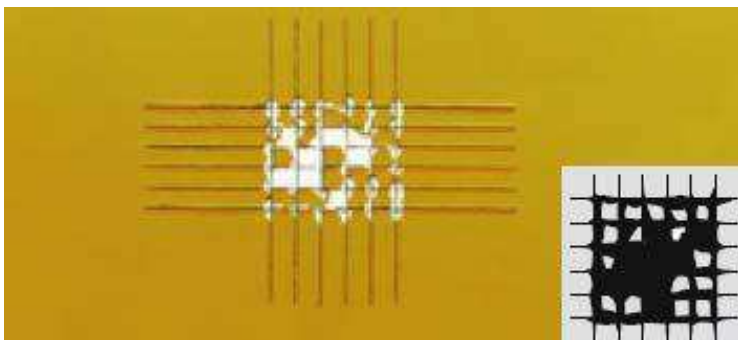
zcela na různých místech čtverců.

Poškozená plocha je větší než 15%, ale menší než 35%.

Označení ISO: 4

Povlak se odlupuje podél řezů ve velkých pásech
zcela, a některé čtverce jsou odloupnuty částečně nebo
zcela.

Poškozená plocha je větší než 35%, ale menší než 65%.

**Označení ISO: 5**

Jakýkoliv stupeň odlupování, který nemůže být klasifikován
ani stupněm 4.

vzorek	stupeň poškození	
	nůž 1mm	nůž 2mm
VZ110520 17-1 PG70 + PD13	3	2
	2	2
	4	2
VZ110520 17-1 PE81	3	1-2
	3	1-2
	3	1

Tabulka č. 5: Výsledky stanovení přilnavosti dle ČSN EN ISO 2409:2013.

Z tabulky je patrné, že při použití 1mm nože jsou poškození velice podobná. U 2mm nože už jsou rozdíly větší a nový nátěr lépe odolává. Vše je krásně viditelné na obrázcích č. 35 a č. 36 níže.

9 Stanovení přilnavosti nátěru odtrhovou zkouškou

Odtrhová zkouška je provedena dle ZP-4-10/2010 (ČSN EN ISO 4624)

9.1 Specifikace vzorku

Počet zkoušených vzorků, reprezentujících každý materiál nebo výrobek byl 1

Lepidlo a podmínky vytvrzování:

Při zkoušce bylo použito dvousložkové epoxidové lepidlo Loctite 907 Hysol.

Pro správné vytvrzení lepidla byl vzorek nechán 6h na vzduchu (T 22,8°C, Rv 45%), a poté 24 hodin v peci, při teplotě 50°C.

Podmínky vytvrzení lepidla: 6h na vzduchu, při teplotě 22,8°C a Rv 45%.

Doba trvání a podmínky mezi nalepením zkušebních tělísek a zkoušením byla 30 h.

Zkušební podmínky:

- Teplota vzduchu: 22,7°C
- Relativní vlhkost vzduchu: 47%

Postup měření probíhal dle ČSN EN ISO 4624:2016.

9.2 Typ použitého zařízení

Při zkoušce bylo použito odtrhové zařízení Positest Adhesion Tester, SN: AT03485 PM6.

Typ řezného nástroje pro oříznutí tělíska byl Morse (Master kobal).

Během zkoušky se nevyskytly žádné zvláštnosti, ani odchylky od stanoveného postupu.

9.3 Výsledky zkoušky

Výsledky jsou stanoveny dle kapitoly 9 ČSN EN ISO 4624:2016.

VZ110520 17-1 PG70 + PD13	Odtrhová síla	Typ lomu
	ČSN EN ISO 4624	ČSN EN ISO 4624
	Mpa	symbol
Terčík 1	1,77	100% A/B
Terčík 2	1,76	100% A/B
Terčík 3	1,97	100% A/B
Terčík 4	1,55	100% A/B
průměr	1,76	100% A/B

Tabulka 6 : Vyjádření výsledků zkoušky dle kapitoly 9 ČSN EN ISO 4624:2016.

A/B adhezní porušení mezi podkladem a první vrstvou

střední hodnota odtrhového napětí pro VZ11052017-1, PG70 + PD13 $\sigma = 1,76$ Mpa

směrodatná odchylka pro VZ11052017-1, PG70 + PD13 $s = 0,17$ Mpa

Výsledek zkoušky pro VZ11052017-1, PG70 + PD13 1,76 Mpa, 100%

A/B

VZ110520 17-1 PE81	Odtrhová síla	Typ lomu
	ČSN EN ISO 4624	ČSN EN ISO 4624
	MPa	symbol
Terčík 5	2	100% A/B
Terčík 6	1,73	100% A/B
Terčík 7	1,86	100% A/B
Terčík 8	1,68	100% A/B
průměr	1,82	100% A/B

Tabulka 7 : Vyjádření výsledků zkoušky dle kapitoly 9 ČSN EN ISO 4624:2016

A/B adhezní porušení mezi podkladem a první vrstvou

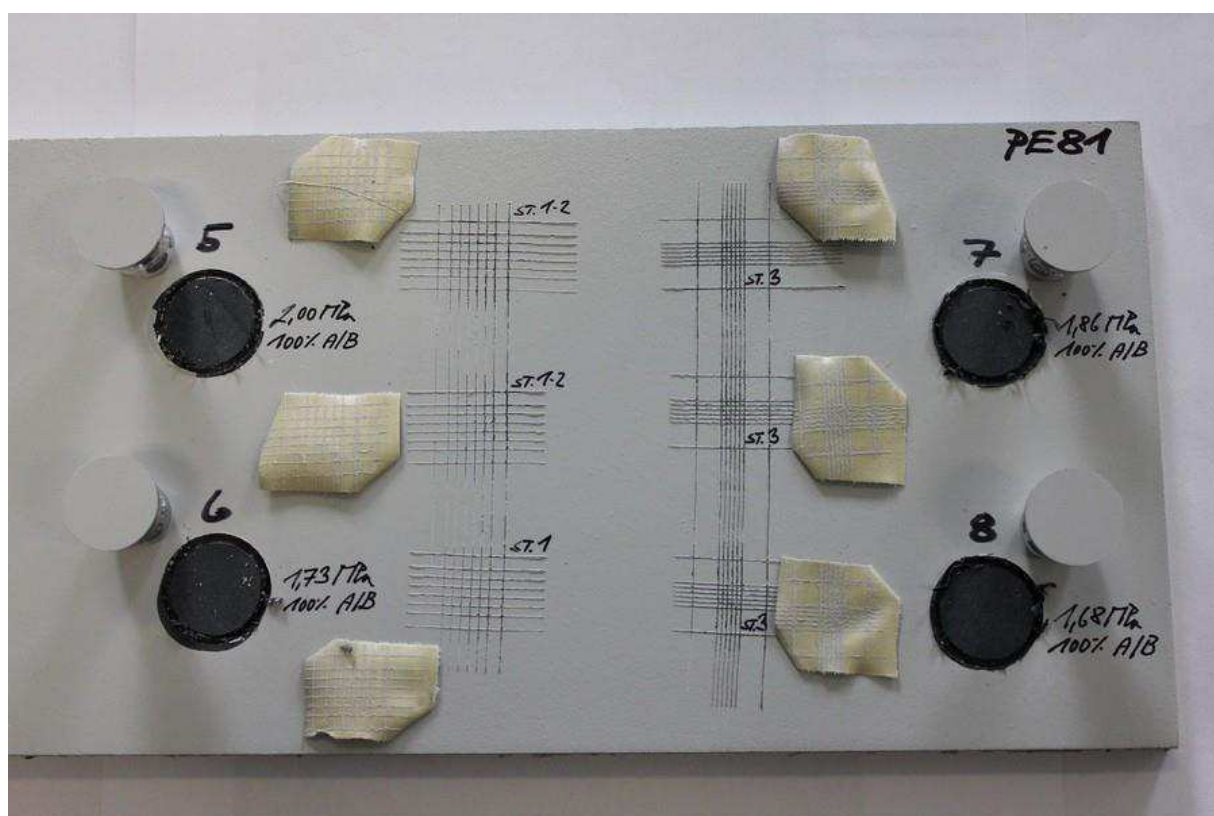
střední hodnota odtrhového napětí pro VZ11052017-1, PG70 + PD13 $\sigma = 1,82 \text{ Mpa}$

směrodatná odchylka pro VZ11052017-1, PG70 + PD13 $s = 0,14 \text{ Mpa}$

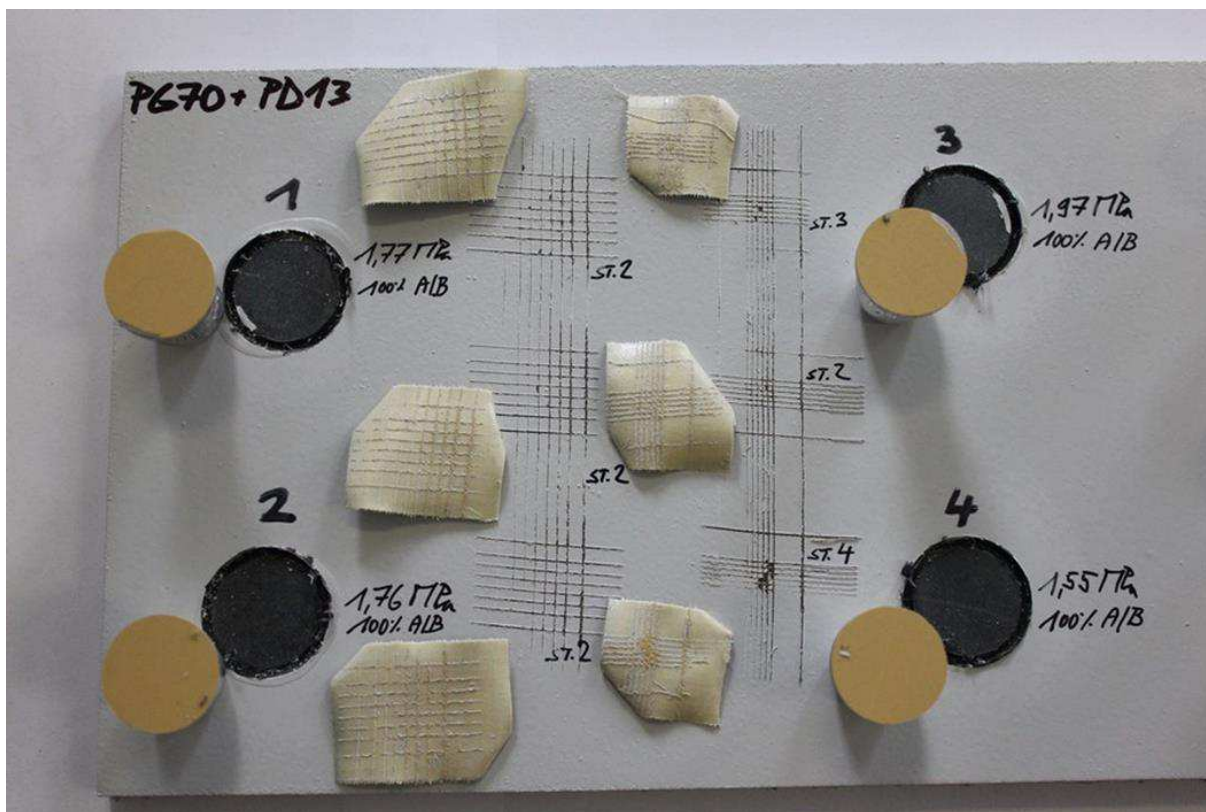
Výsledek zkoušky pro VZ11052017-1, PG70 + PD13 **1,82 Mpa, 100%0**

A/B

Vše je viditelné na obrázcích č. 35 a č. 36 níže.



Obrázek 35 : VZ11052017-1, PE81 – stanovení přilnavosti odtrhem a mřížkou



Obrázek 36 : VZ11052017-1, PG70 + PD13 – stanovení přilnavosti odtrhem a mřížkou

10 Odolnost proti nastřelování

Tuto zkoušku jsem provedl dle ČSN ISO 4532 na zkušebním přístroji dle Wegnera. Ten se skládá z úderníku, ve kterém je vsazena ocelová kulička o průměru asi 5 mm, která se vystřeluje pomocí stlačené pružiny proti smaltované ploše. Sílu úderu jde nastavit od 0 N do 90 N rýhovanou maticí dle stupnice na boku přístroje a rysek na obvodu. Zkoušení sem provedl při stoupající síle pružiny vždy na novém místě.



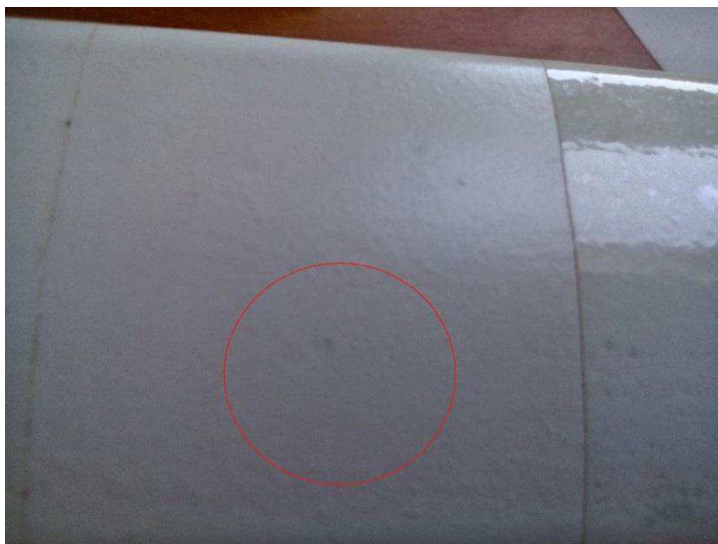
Obrázek 37 : Přístroj dle Wegnera

10.1 Výsledek odolnosti proti nastřelování

Postupně jsem začal od 10 N zkoušet nastřelovat každý z nátěrů. Do 80 N jsem na povrchu žádné narušení nezpozoroval. Až při 90 N bylo zřetelné protlačení povrchu. Na obou nátěrech velice podobné.



Obrázek 38 : Původní nátěr při 90N



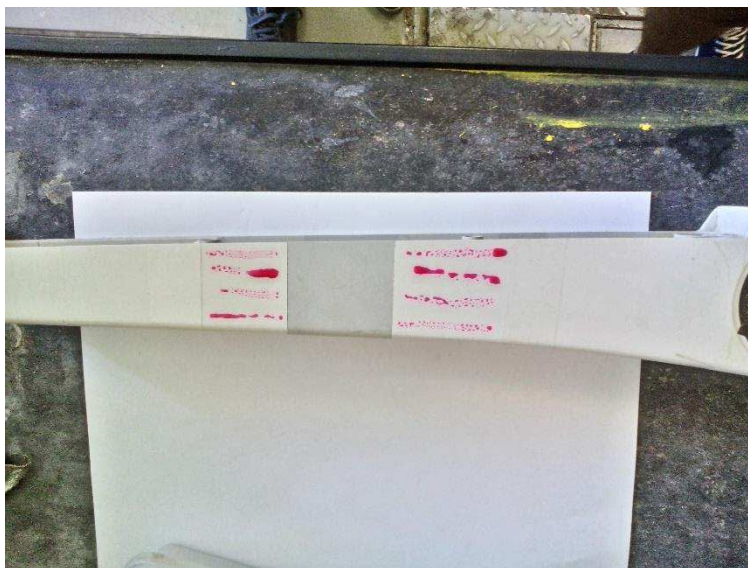
Obrázek 39 : Nový nátěr při 90N

11 Povrchové napětí INK test

U této metody jsem použil růžové inkousty, sloužící pro určení povrchového napětí dle DIN 53364. Inkousty byly dostupné v hodnotách 30 – 60mN/m. Přesnost měření těmito tekutinami je ± 1 mN/m. Na oba nátěry byly testovány 3 síly inkoustu.

11.1 Výsledek povrchového napětí

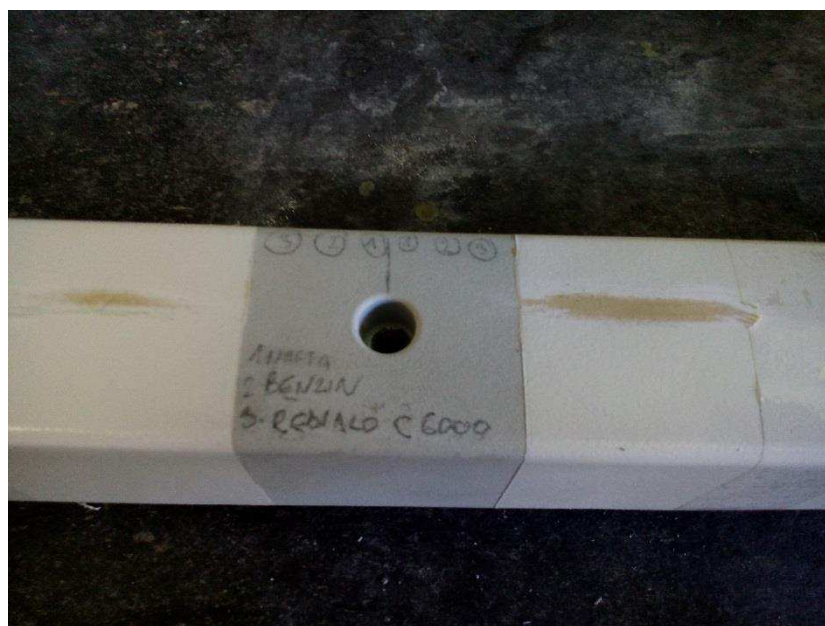
Na obou vzorcích zůstala kapalina dobře rozetřena. Z výsledků je patrné, že povrchové napětí na obou površích loketní opěrky je stejné.



Obrázek 40 : Výsledek zkoušky

12 Nátěrové hmoty – stanovení odolnosti proti kapalinám

V tomto bodu jsem se zaměřil na odolnost nátěru proti jiným kapalinám než vodě, podle ČSN EN ISO 2812-1. Zkoušku jsem provedl na loketní opěrce, která je z poloviny natřena původním systémem a z poloviny tím novým. Na obou stranách jsem lepicí páskou vytvořil 3 zkušební plochy, které jsem označil čísly 1, 2 a 3. Na plochy 1 jsem nanесl naftu a povrch lehce narušil smrkovým papírem. Na plochy 2 jsem nanесl benzín a na plochy 3 jsem nanесl ředidlo C 6000, provedl křížné řezy a nechal 7 dní působit. Zkouška byla provedena při teplotě $\pm 23^{\circ}\text{C}$.



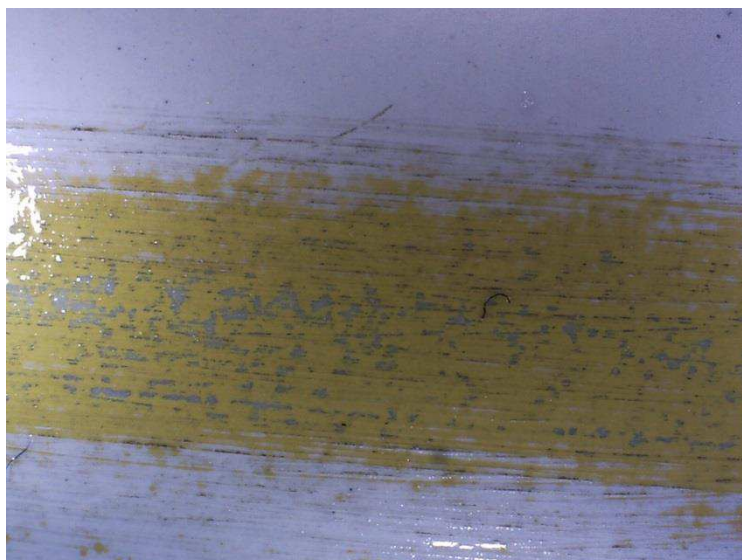
Obrázek 41 : Rozdělení ploch



Obrázek 42 : Řez nový nátěr



Obrázek 43 : Řez původní nátěr



Obrázek 44 : Plocha 1 nový nátěr



Obrázek 45 : Plocha 1 původní nátěr

12.1 Výsledek zkoušky odolnosti vůči kapalinám

Vizuálně jsem po 7 dnech nepozoroval žádné velké rozdíly. Na plochách 1 sice rozdíl byl, ale to mohlo být zapříčiněno nerovnoměrným narušením povrchu smirkovým papírem. Na ploše 2 žádné. Tudiž benzín povrch nijak neovlivnil. Řezy na plochách 3 byly po zkoušce téměř totožně narušeny.

13 Drsnost nátěrů

Drsnost nátěrů jsem měřil na mobilním přístroji Surftest SJ-310 Mitutoyo pro kontrolu jakosti povrchu s protiprachově chráněným, dotykově ovládaným displejem a zabudovanou tiskárnou. Používá se pro rychlé, na elektrické síti nezávislé měření přímo ve výrobě. Přístroj odpovídá mezinárodním standardům DIN, ISO, ANSI a JIS. Po změření obou povrchů jsem výsledky shrnul do tabulky č. 7. U tohoto měření nebereme v potaz vady povrchu.



Obrázek 46: Surftest SJ-310 Mitutoyo



Obrázek 47: Surftest SJ-310 Mitutoyo

13.1 Výsledek drsnosti nátěrů loktní opěrky

Z výsledků vyplývá, že hodnoty povrchu obou nátěrů jsou velice podobné. Jen u šikmosti posuzovaného profilu, je menší odchylka cca 2,3 což může být způsobeno nerovnoměrností nátěru v místě měření

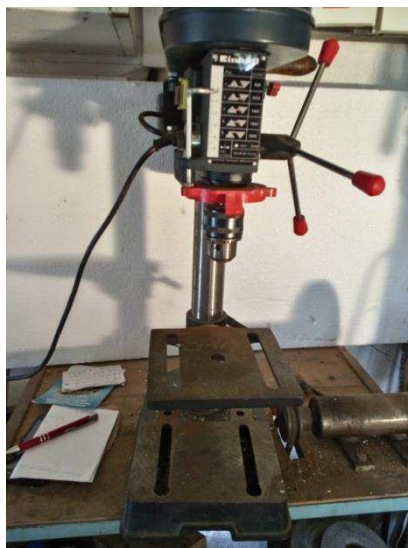
	PD 13	PE 81
Rq	1,65	2,17
Ra	1,38	1,3
Rlo	0,802	0,857
Rv	2,98	2,77
Rsk	0,2	2,55

Tabulka č. 7 : Výsledky měření drsnosti

V tabulce jsou zaznamenány jednotlivé hodnoty povrchu u obou typů nátěru.

14 Zkouška otěruvzdornosti loketní opěrky

Jako další experiment jsem zvolil zkoušku otěruvzdornosti, kterou jsem provedl v domácích podmínkách na stolní vrtačce Einhell SB 401.



Obrázek 48: Stolní vrtačka

Tím jsem simuloval prostředí ve vlaku, kde na područku působí různé materiály oblečení, prstýnky nebo také náramky. Ze dřeva jsem vyrobil kolečko o průměru 60 mm a výšce 20 mm. Uprostřed jsem vyvrtal díru o průměru 4mm, kterou vede skrz závitová tyč. Ze spodní strany jsem díru zahloubil tak, aby se zde schovala matice. Z horní strany jsem nic zahlubovat nemusel, takže jsem rovnou použil 2 maticky. Maticky jsem proti sobě dotáhl a tím zamezil povolení při experimentu. V další kroku jsem na spodní stranu kolečka nalepil kus filcového koberce. Po zaschnutí jsem nástroj upnul do sklíčidla vrtačky a provedl samotný experiment.

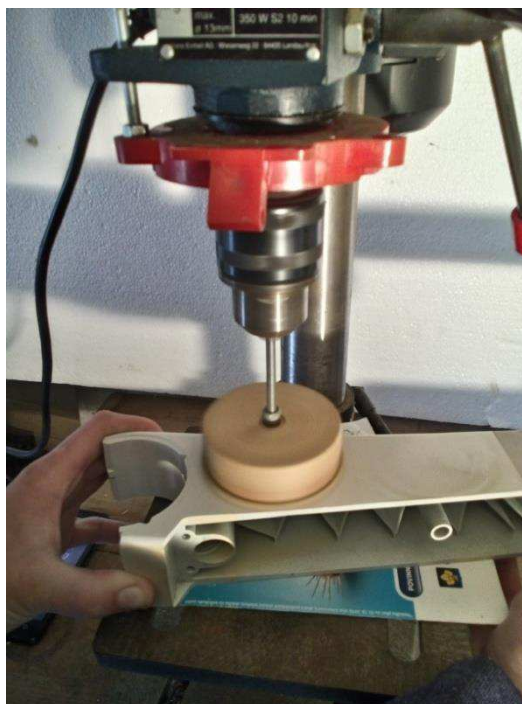


Obrázek 49: Vyrobený nástroj



Obrázek 50: Boční pohled nástroje

Pro experiment jsem použil nejmenší možné otáčky vrtačky a to 640 U/min. Područku jsem položil na posuvný podstavec vrtačky a nastavil rovnoměrnou výšku tak, aby při všech pokusech působil stejný otěr. Takto jsem nejprve na nátěry působil po dobu 2 minut a následně po dobu 5 minut.



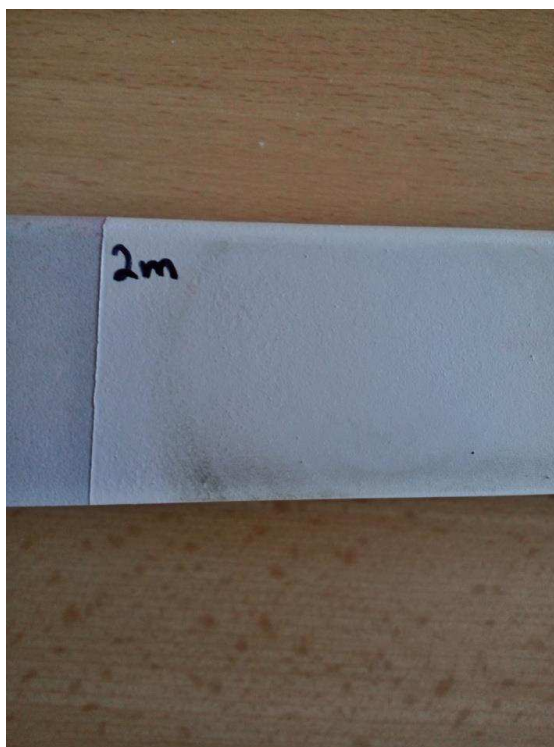
Obrázek 51: Samotný experiment

14.1 Výsledek zkoušky otěruvzdornosti

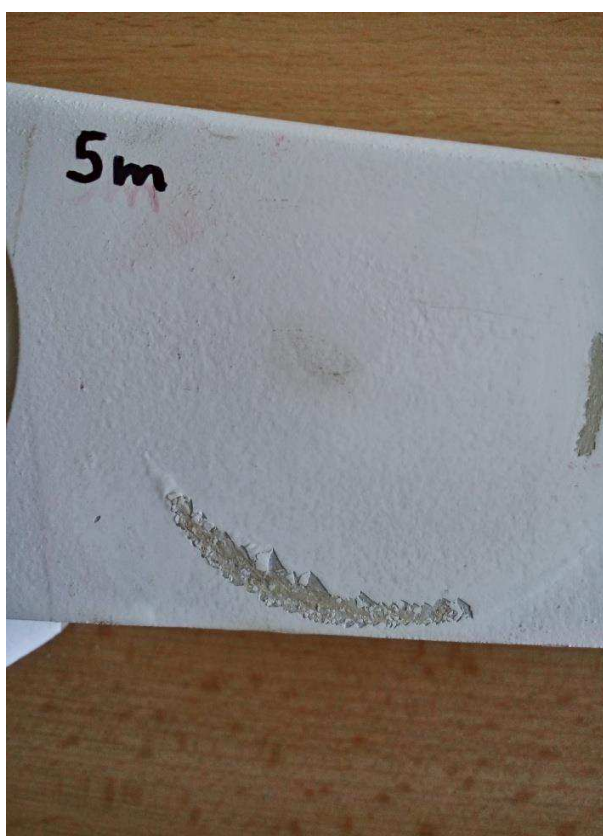
Z výsledků provedeného experimentu je patrný rozdíl po působení filcového kotouče po dobu 5 minut. Po 2 minutách bylo opotřebení téměř shodné. Z toho vyplývá, že nový nátěr je o něco odolnější proti otěru než ten předchozí.



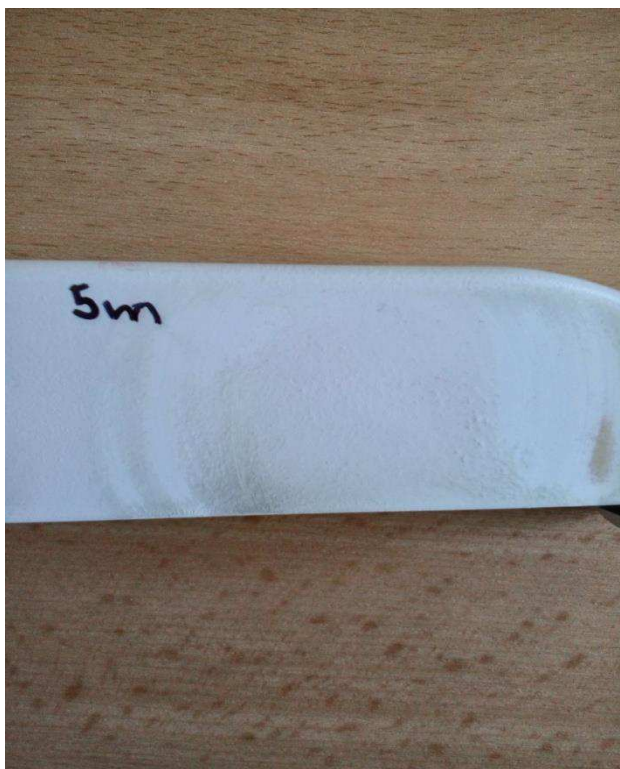
Obrázek 52: Původní nátěr



Obrázek 53: Nový nátěr



Obrázek 54: Původní nátěr



Obrázek 55: Nový nátěr

15 Další vizuální zobrazení

Během zkoušek jsem využil k mikroskopické analýze povrchu mikroskop Neophot 2, ke kterému byl připojen fotoaparát Nikon E990. Díky fotoaparátu jsem si mohl fotografie stáhnout do počítače a shlédnout je ve větším formátu. Dále jsem během zkoušek prováděl fotografie pomocí přístroje Reflecta Digimicroscope LCD se zvětšením až 35x.



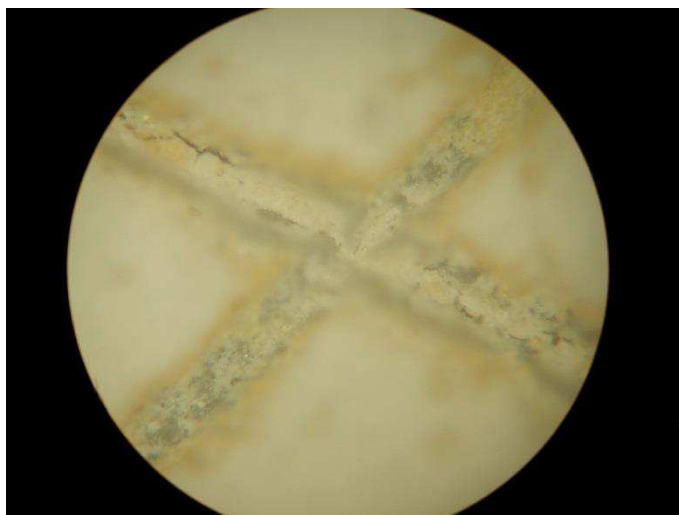
Obrázek 56: Neophot 2



Obrázek 57: Fotoaparát Nikon



Obrázek 58: Reflecta DigiMicroscope



Obrázek 59: Křížný řez na novém nátěru (zvětšeno 200x)



Obrázek 60: Rozhraní základního materiálu a nátěru (zvětšeno 200x)



Obrázek 61: Rozhraní základního materiálu a nátěru

16 Závěr

Bakalářská práce se zabývá studiem vlivu aplikace nátěru na kvalitu skořepinového sedadla. V teoretické části byly prostudovány vlastnosti, použití a technologie aplikace nátěru plastů.

Jako zkušební vzorek pro experimentální část byla použita vyřazená područka a také plastové vzorky o rozměrech 140 x 450mm. Mezi experimentální práce patřily zkoušky přilnavosti nátěru, zkoušky proti otěru a odolnost proti jiným kapalinám než vodě. Všechna tato měření byla provedena u obou nátěrů. Jednotlivé měření a zkoušky byly zapsány do tabulek a grafů, ze kterých byly potom vyhodnoceny.

Porovnáním výsledků zkoušek byly zjištěny rozdíly nátěrů v závislosti odolnosti proti vnějším vlivům.

U mřížkové zkoušky byl po strhnutí pásky viditelný mnohem větší stupeň poškození u původního postupu při použití 2mm nože. U 1mm nože byly hodnoty velice podobné.

Odrhová zkouška ukázala větší odtrhové napětí u nového postupu. V průměru o 0,06 Mpa.

Dále při zkoušce proti otěru byl zřetelný rozdíl při působení filcového kotouče po dobu 5minut, kdy se u původního postupu nátěr na dvou místech narušil až na základní materiál.

Při dalších zkouškách byly výsledky téměř totožné.

Náklady na nástřik byly při novém postupu o 561 korun nižší a také při novém postupu bylo potřeba na nástřik sady područek o 5 hodin méně.

Z výsledků a fotodokumentace je zřejmé, že nový postup je levnější, časově výhodnější a odolnější proti vnějším vlivům než ten původní.

Seznam použité literatury

- [1] Polyethylen- pe500 [online] 2018 [cit. 2018-01-03]. Dostupné z :
www.vmplast.cz/sortiment/polyethylen-pehd/polyethylen-pe-500-pe-hmw/
- [2] PVC- Thermoplast [online] 2018 [cit. 2018-01-03]. Dostupné z
www.tiefziehen.com/cz/PVC/
- [3] Pars nova a.s. [online] 2018 [cit. 2017-12-17]. Dostupné z
www.parsnova.cz/o-spolecnosti
- [4] Vlastnosti plastu a jejich dělení [online] 2014 [cit. 2018-03-13].
Dostupné z www.factoryautomation.cz/vyznejte-se-ve-vlastnostech-plastu-a-jejich-deleni/
- [5] DLUHOŠ, J.: Materiály a technologie, plasty a vybrané nekovoé materiály. Učební texty VŠB – TU Ostrava, 1998. 3. vydání. 140 s. ISBN 80-7042-131-2.
- [6] Mohyla, M.: Strojírenské materiály 1. Učební texty VŠB- TU Ostrava, 2003. 2. Vydání. 146s. ISBN 80-248-0270-8.
- [7] KOCMAN, K.-BUMBÁLEK, B. a kol. Typologie povrchu ploch dokončených vysoce přesnými metodami obrábění. VZ ÚST-FSI, VUT Brno. 2002
- [8] Skripta zpracování plastů- Technická univerzita Liberec [online]
[cit. 2018-04-20]. Dostupné z
www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/12.htm
- [9] Ing. Pavlík, Z.: Učební text pro obor Malíř a lakýrník 2. ročník, 2009. ISBN 978-80-88058-47-2
- [10] Ing. Pavlík, Z.: Učební text pro obor Malíř a lakýrník 3. ročník, 2009. ISBN 978-80-88058-50-2

Seznam obrázků

- [11] *Obrázek 8:* Logo firmy, zdroj: www.parsnova.cz/
- [12] *Obrázek 9:* Firma, zdroj: www.parsnova.cz/
- [13] *Obrázek 10:* Kašírování, zdroj: www.kasir.cz/kasirovani
- [14] *Obrázek 14:* Schéma bezvzduchového stříkání, zdroj: Ing. Pavlík, Z.: Učební text pro obor Malíř a lakýrník 3. ročník, 2009. ISBN 978-80-88058-50-2
- [15] *Obrázek 12:* Vysokotlaká pistole, zdroj: www.nejlevnejsinaradi.com
- [16] *Obrázek 13:* Podvázaný pěstní štětec, zdroj: Ing. Pavlík, Z.: Učební text pro obor Malíř a lakýrník 2. ročník, 2009. ISBN 978-80-88058-47-2
- [17] *Obrázek 14:* Princip nanášení NH máčením, zdroj: : Ing. Pavlík, Z.: Učební text pro obor Malíř a lakýrník 2. ročník, 2009. ISBN 978-80-88058-47-2
- [18] *Obrázek 27:* Tmel, zdroj: www.kutilstvi.cz
- [19] *Obrázek 28:* Excentrická bruska, zdroj: www.shop.smartcoatings.cz/katalog

